

## EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DEL COMPLEJO LUMBAR-COXO-PÉLVICO SOBRE LA POTENCIA MUSCULAR EN PORTEROS DE BALONMANO

### *Effects of core training on muscular power of handball goalkeepers*

Marta Camacho-Cardenosa <sup>1</sup>, Alba Camacho-Cardenosa <sup>1</sup>, Julian Moldón Espartero <sup>1</sup>, Carmen Crespo Coco <sup>1</sup>,  
Guillermo Olcina <sup>1</sup>, Rafael Timón <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad Ciencias del Deporte. Universidad de Extremadura. Cáceres. España

#### Correspondencia:

Alba Camacho-Cardenosa.

Facultad Ciencias del Deporte Universidad de Extremadura Av. Universidad, s/n – 10003 – Cáceres - España

E-mail: albacc@unex.es

Recibido: 14/09/2017

Aceptado: 26/11/2018

#### Resumen

La eficacia del portero supone una variable de rendimiento muy importante al tratarse el balonmano de un deporte de finalización. La preparación del portero debe ser específica e individual, y necesita de medios de entrenamiento, metodologías y control adaptados al puesto. Sorprendentemente, aún persisten en la actualidad propuestas de entrenamiento que no atienden a esta especificidad. El objetivo del estudio fue comprobar los efectos que un modelo de entrenamiento físico-técnico basado en el Core produce en la potencia muscular del tren superior e inferior de porteros de balonmano amateur. Cuatro porteros de categoría sénior masculina realizaron un entrenamiento de fuerza-estabilidad del Core. Antes y después de esta intervención el rendimiento en saltos, la potencia muscular y la fuerza del Core fueron evaluados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables después de 4 semanas de entrenamiento. En conclusión, un programa de entrenamiento físico-técnico de 12 sesiones, no es suficiente para mejorar el rendimiento en saltos, en la potencia del tren superior e inferior ni en la fuerza del Core de porteros de balonmano amateurs, siendo necesarios más estudios aplicados sobre una mayor muestra de porteros y que estudien la evolución de estas variables a largo plazo.

**Palabras Clave:** programa de entrenamiento combinado; Core; fuerza; rendimiento; balonmano.

#### Abstract

Goalkeeper efficacy is a very important performance variable, due to handball is a finalization sport, that is, each action finishes in a throw or action next to opposite goal. Therefore, goalkeeper training should be individual and specific. This position needs methods of training, methodology and control that adapted to goalkeeper. Currently, some coaches used to apply training design that is not pay attention to this specificity. The aim of this study was to investigate the effect of a physical-technique training on muscular power of handball goalkeeper. Four senior male goalkeepers performed for 4 weeks a strength-stability core training program. Jump performance, upper and lower limb power and strength Core were measured before and after the training period. Significant improvements in performance variables were not observed. In summary, the main findings of the study indicated that 12 sessions of physical-technique training did not result in any improvement muscular power on handball goalkeeper performance. More studies are needed on a larger sample of goalkeepers and to study the evolution of these variables in the long term.

**Keywords:** combined training program; Core; strength; performance; handball.

## Introducción

El balonmano es un deporte colectivo de colaboración-oposición, donde dos equipos interactúan entre sí. Los jugadores tienen una ubicación inicial en la pista en los llamados *puestos específicos*. Estos se definen como: “el espacio concreto que ocupa cada jugador en el terreno de juego, en función del sistema de juego que se aplica en un momento determinado del partido” (Antón, 1993). Dentro de todos ellos, según (Pascual Fuertes, Lago Peñas, & Casáis Martínez, 2010), al tratarse de un deporte de finalización, la eficacia del portero supone una variable del rendimiento muy importante. Consecuentemente, las necesidades físicas, técnicas y tácticas son completamente específicas y necesitan de medios de entrenamiento, metodologías y control adaptados al puesto. Por todo ello, resulta sorprendente que persistan en la actualidad propuestas de entrenamiento que no atiendan a esta especificidad (Muñoz, Martín, Lorenzo, & Rivilla-García, 2012).

Son tres las categorías que (Muñoz et al., 2012) establecen en el entrenamiento del portero: entrenamiento táctico, perceptivo y físico-técnico. Este último, es el entrenamiento más tradicional y habitual. (Vizcay, 2010) propone la integración de la preparación física con el trabajo técnico para la mejora del rendimiento deportivo y para soportar las cargas de trabajo de la temporada. En el plano físico, puede considerarse que el trabajo de las diferentes manifestaciones de la fuerza en combinación con la flexibilidad, sustenta la base de la preparación física del portero (Del Rosal, 2004). El entrenamiento de la fuerza específica, irá dirigido especialmente a la fuerza explosiva, pues que se requiere que el portero sea capaz de realizar esfuerzos de muy corta duración y gran intensidad, con una alta eficacia, en saltos e impulsiones, desplazamientos y lanzamientos en los pases de contraataque. Tan importante es trabajar los músculos principales como los compensatorios, de ahí que sea importante el trabajo paralelo de la musculatura dorsal y los oblicuos como refuerzo escapular, así como abdominales y lumbares, para contrarrestar el trabajo de salto (Del Rosal, 2004). Estos últimos son conocidos como el foco de lo que es definido como el complejo lumbar-coxo-pélvico, coloquialmente conocido como Core. El Core representa una conexión entre los miembros del tren inferior y el superior, debiendo ser considerado como una unidad funcional en la que interactúan diferentes grupos musculares (Cugliari & Boccia, 2017). La movilización de los músculos del núcleo, permite el desarrollo de movimientos rápidos, con una mayor producción de fuerza y potencia, de manera más correcta y segura (Bergmark, 1989; Hibbs, Thompson, French, Wrigley, & Spears, 2008). Los programas de entrenamiento del Core incluyen el trabajo de fortalecimiento muscular, así como el control motor de la musculatura (Nadler et al., 2002). (Comerford, 2008) recomienda comenzar estos programas de entrenamiento del Core con trabajos de control motor de la musculatura, donde los sujetos sean capaz de reclutar músculos de forma aislada, para luego progresar a posiciones y actividades de mayor funcionalidad. Un gran número de ejercicios son considerados para el trabajo del Core, como los ejercicios de planchas (Schoenfeld, Contreras, Tiryaki-Sonmez, Willardson, & Fontana, 2014) sobre superficies estables e inestables (Behm, Drinkwater, Willardson, & Cowley, 2010) o ejercicios pliométricos (Axler & McGill, 1997). El entrenamiento en superficies inestable es comúnmente usado, siendo dicha inestabilidad obtenida con diversas técnicas o instrumentales. Recientemente, dentro de estos ejercicios con inestabilidad, ha sido incluido el trabajo en suspensión para la mejora de la estabilidad y la fuerza del Core (Cugliari & Boccia, 2017).

Además del entrenamiento de la zona lumbo-abdominal, diversos estudios previos han aplicado el entrenamiento pliométrico en jugadores de balonmano de diferentes categorías y niveles de competición. Este tipo de entrenamiento incluyen todos aquellos ejercicios y habilidades que emplean la combinación de fuerza y velocidad para incrementar la explosividad de los movimientos (Behrens, Mau-Moeller, & Bruhn, 2014). De esta forma, minimizando el tiempo entre las contracciones excéntricas-concéntricas se consigue transformar la energía elástica en energía mecánica incrementando la efectividad del movimiento (Sannicandro, Piccinino, Cofano, Eirale, & Biscotti, 2014). Un estudio previo (Axler & McGill, 1997) demostró la efectividad del tipo de trabajo pliométrico como un tipo de entrenamiento eficaz para mejorar la fuerza y estabilidad del Core. Por otro lado, diferentes investigaciones (Alam, Pahlavani, & Mehdipour, 2012a; Carvalho, Mourão, & Abade, 2014; Chelly, Hermassi, Aouadi, & Shephard, 2014; Cherif, 2012; Souhail Hermassi et al., 2014a), han propuesto

programas de entrenamiento pliométricos de entre 6-12 semanas, con una frecuencia semanal de 2-3 sesiones, en los que se desarrollaban de 5-10 series de 10 repeticiones de diferentes modalidades de saltos.

Los programas de fortalecimiento del Core son muy populares en la rehabilitación, pero aún existe poca evidencia científica en cuanto a su eficacia en la mejora del rendimiento (Cosio-Lima, Reynolds, Winter, Paolone, & Jones, 2003; Stanton, Reaburn, & Humphries, 2004; Tse, McManus, & Masters, 2005). En este sentido, solo una investigación ha tratado de analizar el efecto del entrenamiento de la estabilidad del core por medio de ejercicios en suspensión sobre la velocidad de lanzamiento en jugadoras de balonmano (Saeterbakken, van den Tillaar, & Seiler, 2011). A pesar de la reconocida y mencionada importancia del rol del portero en el juego, muy pocos estudios han sido llevados a cabo en la figura de éste puesto específico (Hansen et al., 2017)

Por todo ello, este estudio tiene como objetivo conocer los efectos de un programa integrado de entrenamiento del Core y de técnica específica sobre la potencia muscular de porteros de balonmano amateurs.

## Método

### Diseño

Los participantes llevaron a cabo un total de 12 sesiones durante 4 semanas, con una frecuencia semanal de 3 sesiones por semana. Una semana antes de la fase de intervención, se estableció la primera evaluación (PRE-), donde los sujetos fueron sometidos a diferentes test de evaluación. Estas mismas valoraciones fueron llevadas a cabo 7 días después (POST-) de la última sesión de entrenamiento.

### Participantes

Fueron invitados a participar en el estudio cuatro porteros pertenecientes a la categoría sénior masculina de la sección de balonmano del Club Polideportivo Paideuterion de Cáceres. Eran sujetos completamente sanos y que durante el desarrollo del estudio no presentaban ninguna lesión que les impidiera participar en el mismo. Todos los participantes entrenaban tres días por semana y competían con el equipo sénior masculino del club, pidiendo a los sujetos que durante el periodo de intervención no modificasen sus nivel de actividad, el cual fue conocido por medio del cuestionario IPAQ. Las características de la muestra se exponen en la Tabla 1. Las fechas del estudio coincidieron con la parte final de la temporada, con en el último mesociclo del periodo competitivo.

Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado accediendo voluntariamente a participar. Además, fueron informados del proceso experimental, de acuerdo con los procedimientos establecidos por el Comité de Bioética de la Universidad de Extremadura y la Declaración de Helsinki en 1975.

**Tabla 1.** Características de la muestra en la Pre- evaluación antes de las 4 semanas de entrenamiento

	Pre-
Edad, años	23,25 ± 2,87
Experiencia, años	10,75 ± 2,87
Nivel AF, MET/semana	4187,25 ± 597,55
Peso, kg	83,35 ± 11,13
IMC, kg/m <sup>2</sup>	25,47 ± 3,07
Porcentaje de masa grasa, %	16,95 ± 4,59

Valores medios y desviación típica de cada variable; IMC: índice de masa corporal

## Procedimiento

### Intervención

Cada martes, miércoles y viernes, durante cuatro semanas, los sujetos realizaron el entrenamiento de fuerza, inmediatamente antes de la sesión de balonmano tradicional, dirigida por el entrenador del equipo.

Las sesiones de entrenamiento comenzaron con un calentamiento general de 5 minutos (carrera continua) seguido de 2 series de 15 segundos de "skipping". Los participantes desarrollaron series de pliometría combinada con trabajo en suspensión con TRX (Crivit, Delta-Sport Handelskontor GMBH, Hamburgo, Alemania) en las sesiones de martes y miércoles. Los viernes, el trabajo pliométrico era combinado con ejercicios generales de fuerza y trabajo de técnica específica, buscando una mayor especificidad del trabajo en la última sesión previa a la competición. Los saltos se realizaron solicitando la máxima altura posible y con el mínimo tiempo de contacto con el suelo. Durante la primera semana, en las sesiones de martes y miércoles, los sujetos desarrollan 7 series de 10 saltos consecutivos superando una valla de 40 cm. de altura. Entre series, realizaban una recuperación activa, donde desarrollaban 3 series de 12 repeticiones de diferentes ejercicios en suspensión. Cada semana, se aumentó una serie de trabajo de ambas modalidades de trabajo del Core. En las sesiones de los viernes, manteniendo el protocolo pliométrico en 6 series de 10 repeticiones, los porteros realizaban una repetición de un ejercicio de fuerza general delante de la valla, previo a superarla. Al superar dicho obstáculo, nuevamente tratando de alcanzar la mayor altura posible en el salto, realizaban una intervención sobre un lanzamiento. La técnica de ejecución era definida previamente, de manera que se producía el lanzamiento en una localización que el portero conocía, para que este ejecutase la técnica de intervención adecuada (intervenciones arriba, a media altura o abajo). Sin recuperación entre repeticiones, volvía a la posición de inicio y repetía esta secuencia hasta completar las 10 repeticiones de la serie. Entre series, en este caso, los sujetos realizaban una recuperación pasiva.

### Evaluación

#### Composición corporal

La altura y el peso se midieron mediante procedimientos estandarizados. El IMC se obtuvo de la altura y el peso, según el método aceptado ( $IMC = \text{peso (kg)} / \text{altura (m)}^2$ ). Los porcentajes de masa grasa y libre de grasa, se midieron por impedancia bioeléctrica usando un analizador de composición corporal estandarizado (TANITA. BC 1500, Illinois. EE.UU.)

#### Rendimiento en saltos verticales

Para determinar la potencia del tren inferior se llevaron a cabo 3 protocolos de salto vertical según plantea (Cherif, 2012) en jugadores de balonmano, utilizando un salto sin contramovimiento (SJ), otro con contramovimiento (CMJ) y un salto pliométrico desde un cajón de 40 cm. (DJ). Se utilizó una plataforma de saltos (ChronoJump, Boscosystem®, Barcelona, España). Por cada tipo de salto se realizaron 2 intentos, con 60 segundos de descanso entre ellos y 3 minutos de descanso entre los diferentes tipos de saltos. El mejor de los dos intentos fue registrado para su análisis posterior. La altura de salto fue calculada automáticamente por la plataforma de contacto en base al tiempo de vuelo (TV). La eficiencia en el DJ se calculó de acuerdo con (Bosco, Luhtanen, & Komi, 1983), como el cociente del cuadrado del TV y del tiempo de contacto con la plataforma (TC): ( $\text{Eficiencia DJ} = TV^2 / TC$ ). Una alta eficiencia se alcanza en aquellos sujetos que con un mínimo contacto con el suelo alcanzando una elevada altura de salto.

#### Fuerza máxima y potencia muscular del tren inferior y superior

Se procedió al cálculo del pico de potencia del tren inferior y superior realizando los ejercicios de media sentadilla, press de banca y remo con barra (Gorostiaga, Grandados, Ibanez, Gonzalez-Badillo, & Izquierdo, 2006; S. Hermassi, Chelly, Tabka, Shephard, & Chamari, 2011). Comenzando en todos ellos con una carga del 50% del 1RM - calculado previamente en una sesión de evaluación anterior- realizaron un calentamiento de 5-8 repeticiones. Para calcular el pico de potencia se utilizó una carga correspondiente al 60% de su 1RM para cada ejercicio y se fue aumentando en 5 o 10 kg en cada prueba, hasta que el sujeto alcanzó la potencia máxima registrada con un encoder lineal (EV-PRO ISOCONTROL, Quasar Control S.L, Fuenlabrada, España). Para asegurar el recorrido vertical de la barra, todos los test fueron desarrollados sobre una barra unida a dos barras fijas verticales. La carga era colocada en los extremos de esta barra paralela al suelo,

por medio de discos de diferentes pesos (2,5kg, 5kg, 10kg, 15kg, 20kg y 25kg). El participante fue instruido para realizar 4 repeticiones de la acción lo más rápido posible en cualquiera de los ejercicios. Hubo de 3 a 5 minutos de descanso entre ejercicios y series, para reducir así la probabilidad de fatiga, siendo el orden: remo con barra, media sentadilla y Press de banca. Para comparar los resultados en la potencia y velocidad media en la fase acelerativa de los sujetos tras la intervención, en la post-evaluación se utilizaron las mismas cargas absolutas.

#### *Fuerza del Core*

Para medir la fuerza del Core, se registró el tiempo en segundos que los sujetos eran capaces de mantener una plancha frontal en el suelo con un cronómetro tradicional (Snarr & Esco, 2014).

### **Análisis de datos**

Se utilizó el paquete estadístico SPSS v.19 para MAC (IBM, New York, USA). Los estadísticos descriptivos de media y desviación típica fueron calculados para todas las variables. Antes del análisis se llevó a cabo el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y se comprobó la homogeneidad de las varianzas con el test de Levene. Para conocer las diferencias en las variables entre pre-evaluación y post-evaluación, al ser las variables no paramétricas, se llevó a cabo la prueba de Wilcoxon. El porcentaje de cambio ( $\Delta$ ) y el tamaño del efecto (d Cohen) fueron calculados para cada variable entre los dos momentos de evaluación. Para la d Cohen, la magnitud del cambio fue considerada baja (0,2), moderada (0,5) o elevada (0,8). La  $p < 0,05$  fue el criterio para establecer las diferentes estadísticamente significativas.

## **Resultados**

Los resultados de las variables de rendimiento pueden verse en la Tabla 2. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en ninguna de las variables entre la pre-evaluación y la post-evaluación. Algunas variables, sí consiguieron mejorar su rendimiento, a pesar de no ser significativo: estabilidad del Core ( $\square=9,00\%$ ); potencia y velocidad media en Press de banca ( $\Delta=18,14\%$ ;  $\Delta=17,86\%$ ).

**Tabla 2.** Efectos de 4 semanas de entrenamiento perceptivo y entrenamiento pliométrico combinado.

	Pre-	Post-	$\Delta$ (%)	p	d Cohen
Rendimiento en los saltos					
Altura SJ, cm	34,21 $\pm$ 6,88	29,09 $\pm$ 5,12	-14,97	0,068	1,60
Altura CMJ, cm	35,90 $\pm$ 5,20	32,73 $\pm$ 5,54	-8,83	0,144	1,60
Altura DJ, cm	33,00 $\pm$ 5,67	35,01 $\pm$ 12,51	6,09	1,000	1,15
Eficacia DJ, %	0,94 $\pm$ 0,21	0,72 $\pm$ 0,23	-23,40	0,273	1,54
Potencia tren superior e inferior					
PMFA <sub>REMO</sub> , vatios	814,48 $\pm$ 163,98	566,30 $\pm$ 121,72	-30,47	0,068	1,89
VMFA <sub>REMO</sub> , m/s	0,85 $\pm$ 0,07	0,67 $\pm$ 0,06	-21,18	0,068	2,14
PMFA <sub>SNT</sub> , vatios	785,24 $\pm$ 144,87	731,35 $\pm$ 191,11	-6,86	0,715	1,39
VMFA <sub>SNT</sub> , m/s	0,6 $\pm$ 0,06	0,53 $\pm$ 0,10	-11,67	0,144	1,71
PMFA <sub>PB</sub> , vatios	448,96 $\pm$ 47,77	530,39 $\pm$ 198,49	18,14	0,465	1,10
VMFA <sub>PB</sub> , m/s	0,84 $\pm$ 0,37	0,99 $\pm$ 0,32	17,86	0,465	0,72
Tiempo Plancha, s.	163,72 $\pm$ 71,52	178,46 $\pm$ 111,66	9,00	0,285	0,64

Valores expresados como media y desviación típica de cada variable; Pre-: evaluación desarrollada en la línea base; Post-: evaluación desarrollada tras las 4 semanas de intervención;  $\square$ : porcentaje de cambio entre la Pre- y la Post evaluación; RR: Respuesta de reacción (TR+TM); SJ: SquatJump; CMJ: CountermovementJump; DJ: DropJump; PMFA: potencia media en la fase acelerativa; VMFA: velocidad media en la fase acelerativa; REMO: ejercicio de remo en barra; SNT: ejercicio de media sentadilla; PB: ejercicio de press de banca.

## Discusión y conclusiones

El objetivo de este estudio fue conocer los efectos que un programa integrado de entrenamiento del Core y de técnica específica puede producir sobre la potencia muscular de porteros de balonmano amateurs. No se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en saltos, en la potencia del tren superior e inferior ni en la fuerza del Core.

En el presente estudio, el desarrollo de un trabajo en suspensión como entrenamiento de la fuerza-estabilidad del Core, tuvo un efecto positivo sobre la musculatura del tronco, sin llegar a ser significativo. (Tse et al., 2005) evaluó los efectos de un programa de entrenamiento del Core de 8 semanas sobre la fuerza resistencia del tronco, sí encontrando diferencias estadísticamente significativas. Así, el menor volumen de entrenamiento de tan solo 4 semanas podría no llegar a ser suficiente para la mejora de la fuerza en el Core.

La estabilidad del Core y el equilibrio suponen un factor crítico para un buen rendimiento en actividades deportivas y de la vida cotidiana. El entrenamiento de la estabilidad y la fuerza del Core permite alcanzar mayores niveles de potencia máxima, así como un uso más eficiente de los grupos musculares de los brazos, hombros y piernas (Lehman, 2006). Además, este entrenamiento, conlleva una serie de adaptaciones neurales, que podrían dar como resultado un menor riesgo de lesión y suponer efectos positivos en el rendimiento deportivo, en términos de velocidad, potencia, agilidad y resistencia aeróbica (Tse et al., 2005). Sin embargo, la potencia muscular de los porteros de este estudio no cambió significativamente tras el programa de entrenamiento. Al tratarse de un grupo de sujetos no familiarizados con el entrenamiento en suspensión, los ejercicios incluidos en este programa fueron ejercicios estáticos sencillos de baja intensidad, y centrados sobre todo en el control motor. Estos ejercicios de baja carga no son suficientes para conseguir mejoras en la capacidad del Core ni por tanto en el rendimiento (Myer, Ford, Palumbo, & Hewett, 2005). Además, algunos autores indican que el trabajo en suspensión de baja intensidad puede incluso dar lugar a descensos en la potencia (Behm et al., 2010). Por otro lado, es fundamental seguir los principios de especificidad y sobrecarga para conseguir mejoras en el rendimiento deportivo (Saeterbakken, van den Tillaar, & Seiler, 2011). Así, la intensidad que se demanda para la mejora del rendimiento no llegó a desarrollarse, del mismo modo que el tipo de ejercicios desarrollados carecieron de especificidad, siendo tareas en su mayoría estática y centradas en grupos musculares muy específicos del tren superior. Por el contrario, esta especificidad y funcionalidad sí fue desarrollada en el trabajo pliométrico. Las mejoras en la habilidad del salto vertical después de un entrenamiento pliométrico han sido descritas anteriormente en jugadores de balonmano (Alam, Pahlavani, & Mehdipour, 2012b; Carvalho et al., 2014; Chelly et al., 2014; Cherif, 2012; Souhail Hermassi et al., 2014b). Sin embargo, también hay estudios en la bibliografía que no obtienen diferencias significativas en esta habilidad (de Villarreal, Kellis, Kraemer, & Izquierdo, 2009; Herrero, Izquierdo, Maffiuletti, & Garcia-Lopez, 2006). (Herrero et al., 2006), no consiguió ganancias significativas ni en el SJ ni tampoco en el CMJ tras un entrenamiento pliométrico en jugadores de baloncesto. En el presente estudio, la altura en el SJ, CMJ y la eficiencia DJ, disminuyó. Sí se aprecia una tendencia a la mejora en la altura del DJ, pero al comprobar el descenso en la eficacia, consideramos que el rendimiento en este salto decrece, pues los sujetos aumentan los tiempos de contacto con el suelo, siendo así saltos menos eficientes. Dichas contradicciones podrían ser explicadas por el diferente nivel de los participantes, puesto que individuos con una mayor experiencia deportiva muestran mayor ganancia en la altura del salto vertical tras un entrenamiento pliométrico (de Villarreal et al., 2009). Otro factor que podría explicar estas contradicciones, es el protocolo de entrenamiento. En el presente estudio, al igual que (Herrero et al., 2006), el programa de pliometría fue desarrollado durante 4 semanas, utilizando principalmente salto de obstáculos. Las mejoras en estos parámetros fueron observadas tras intervenciones de entre 8 y 12 semanas, con un entrenamiento más intenso (Alam et al., 2012b; Carvalho et al., 2014; Chelly et al., 2014; Cherif, 2012; Souhail Hermassi et al., 2014b).



Se reconocen algunas limitaciones en este estudio. En primer lugar, la escasa muestra sobre la que se interviene y la falta de un grupo control para explicar algunos resultados. Los altos tamaños de efectos observados con el cálculo de la  $d$  Cohen, sugieren que podría ser interesante replicar este trabajo con un mayor número de porteros. Por otro lado, un volumen de entrenamiento de 4 semanas podría ser insuficiente para obtener mejoras en estos parámetros. Estudios previos con al menos 8 semanas de entrenamiento sí encontraron mejoras en los diferentes parámetros evaluados (Tse et al., 2005; Alam et al., 2012; Carvalho et al., 2014; Chelly et al., 2014; Cherif, 2012; Hermassi et al., 2014). Además, la realización de la fase de intervención en el último mesociclo de la temporada podría haber tenido una influencia en los resultados obtenidos. Para considerar el efecto rebote como causa de la pérdida de rendimiento en algunas de las variables, habría sido conveniente incluir una evaluación tras 2 semanas de aplicación de la intervención. Por último, la falta de familiarización de los participantes con el entrenamiento en suspensión, conlleva al desarrollo de ejercicios de baja intensidad que no son suficientes para alcanzar mejoras en el rendimiento.

En conclusión, un programa de entrenamiento físico-técnico de 12 sesiones de duración, no es suficiente para mejorar el rendimiento en saltos, en la potencia del tren superior e inferior ni en la fuerza del Core. No está claro cuáles son los mejores ejercicios en el entrenamiento del Core, que conlleven una mejora en el rendimiento deportivo. Serían necesarias más investigaciones en este sentido, puesto que sí está claro el impacto que tienen el entrenamiento de la estabilidad y la fuerza del Core sobre el rendimiento en la potencia, velocidad y agilidad (Hibbs et al., 2008).

### Aplicaciones prácticas

Es importante que los técnicos de los diferentes clubes de balonmano incorporen a sus procesos de entrenamiento el trabajo del Core para mejorar el rendimiento, así como para reducir lesiones. Los beneficios de este dependerán del tiempo de entrenamiento que dediquemos y de la especificidad de los ejercicios planteados. Además, sería conveniente incluir una fase previa de familiarización con este tipo de ejercicios para garantizar una alta intensidad y correcta ejecución de los mismos durante la intervención.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido desarrollado gracias al grupo de investigación GAEDAF financiado con la subvención GR18003 y el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte con la subvención FPU15/00450 y FPU15/00452.

### Conflicto de intereses

Los autores de este manuscrito reconocen que esta publicación no tiene conflicto de intereses, financieros u otros.

## Referencias

- Alam, S., Pahlavani, H. A., & Mehdipour, A. (2012a). The effect of plyometric circuit exercises on the physical preparation indices of elite handball player. *Physical Education Sport*, 10 (2), 89-98.
- Alam, S., Pahlavani, H. A., & Mehdipour, A. (2012b). The effect of plyometric circuit exercises on the physical preparation indices of elite handball player. *Physical Education & Sport*, 10 (2), 89-98.
- Antón, J. L. (1993). *Hacia una lógica conceptual en Balonmano*. Paper presented at the Congreso Internacional de Especialistas en Balonmano, Madrid.
- Axler, C. T., & McGill, S. M. (1997). Low back loads over a variety of abdominal exercises: searching for the safest abdominal challenge. *Med Sci Sports Exerc*, 29(6), 804-811.
- Behm, D. G., Drinkwater, E. J., Willardson, J. M., & Cowley, P. M. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Appl Physiol Nutr Metab*, 35(1), 91-108. doi:10.1139/H09-127
- Behrens, M., Mau-Moeller, A., & Bruhn, S. (2014). Effect of plyometric training on neural and mechanical properties of the knee extensor muscles. *Int J Sports Med*, 35(2), 101-119. doi:10.1055/s-0033-1343401
- Bergmark, A. (1989). Stability of the lumbar spine. A study in mechanical engineering. *Acta Orthop Scand Suppl*, 230, 1-54.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 50(2), 273-282.
- Carvalho, A., Mourão, P., & Abade, E. (2014). Effects of Strength Training Combined with Specific Plyometric exercises on body composition, vertical jump height and lower limb strength development in elite male handball players: a case study. *J Hum Kinet*, 41, 125-132.

- Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., & Shephard, R. J. (2014). Effects of 8-week in-season plyometric training on upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *J Strength Cond Res*, 28(5), 1401-1410. doi:10.1519/JSC.0000000000000279
- Cherif, M. S., M.; Chaatani, S.; Nejlaoui, O.; Gomri, D.; Abdallah, A. (2012). The effect of a combined High-Intensity plyometric and Speed Training Program on the running and jumping ability of male handball players. *Asian J Sports Med*, 3 (1), 21-28.
- Comerford, M. J. (2008). Clinical assessment of stability dysfunctionperformance [online]. Retrieved from <http://216.239.59.104/search?q=cache:skMpsUpvPzIJ:www.kineticcontrol.com/documents/others/MicrosoftWord-Ratingsystem0706.pdf+clinical+assessment+of+stability+dysfunction&hl=en&ct=clnk&cd=2&gl=uk>
- Cosio-Lima, L. M., Reynolds, K. L., Winter, C., Paolone, V., & Jones, M. T. (2003). Effects of physioball and conventional floor exercises on early phase adaptations in back and abdominal core stability and balance in women. *J Strength Cond Res*, 17(4), 721-725.
- Cugliari, G., & Boccia, G. (2017). Core Muscle Activation in Suspension Training Exercises. *J Hum Kinet*, 56, 61-71. doi:10.1515/hukin-2017-0023
- de Villarreal, E., Kellis, E., Kraemer, W., & Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *J Strength Cond Res*, 23, 495-506.
- Del Rosal, T. (2004). *Entrenamiento de fuerza para porteros de balonmano*. Paper presented at the Comunicación Técnica de la Federación Española de Balonmano, nº 231-232.
- Gorostiaga, E. M., Grandados, C., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J. J., & Izquierdo, M. (2006). Effects of an Entire Season on Physical Fitness Changes in Elite Male Handball Players. *Medicine Science in Sports Exercise*, 38(2), 357-366.
- Hansen, C., Sanz-Lopez, F., Whiteley, R., Popovic, N., Ahmed, H. A., & Cardinale, M. (2017). Performance analysis of male handball goalkeepers at the World Handball championship 2015. *Biol Sport*, 34(4), 393-400. doi:10.5114/biolSport.2017.69828
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Tabka, Z., Shephard, R. J., & Chamari, K. (2011). Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *J Strength Cond Res*, 25(9), 2424-2433. doi:10.1519/JSC.0b013e3182030edb
- Hermassi, S., Gabbett, T. J., Ingebrigtsen, J., den Tillaar, R. v., Chelly, M. S., & Chamari, K. (2014a). Effects of a Short-Term In-Season Plyometric Training Program on Repeated- Sprint Ability, Leg Power and Jump Performance of Elite Handball Players. *International Journal of Sports Science Coaching*, 9(5), 1205-1216.
- Hermassi, S., Gabbett, T. J., Ingebrigtsen, J., den Tillaar, R. v., Chelly, M. S., & Chamari, K. (2014b). Effects of a Short-Term In-Season Plyometric Training Program on Repeated- Sprint Ability, Leg Power and Jump Performance of Elite Handball Players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 9(5), 1205-1216.
- Herrero, J. A., Izquierdo, M., Maffiuletti, N. A., & Garcia-Lopez, J. (2006). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *Int J Sports Med*, 27(7), 533-539. doi:10.1055/s-2005-865845
- Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing performance by improving core stability and core strength. *Sports Med*, 38(12), 995-1008. doi:10.2165/00007256-200838120-00004
- Lehman, G. J. (2006). Resistance training for performance and injury prevention in golf. *J Can Chiropr Assoc*, 50(1), 27-42.
- Muñoz, A., Martín, E., Lorenzo, J., & Rivilla-Garcia, J. (2012). Análisis de los diferentes modelos de entrenamiento para porteros de balonmano. *E-balonmano.com: Journal of Sport Science*, 8 (3)(223-232).
- Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, J. P., & Hewett, T. E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res*, 19(1), 51-60. doi:10.1519/13643.1
- Nadler, S. F., Malanga, G. A., Bartoli, L. A., Feinberg, J. H., Prybicien, M., & Deprince, M. (2002). Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. *Med Sci Sports Exerc*, 34(1), 9-16.
- Pascual Fuertes, X., Lago Peñas, C., & Casáis Martínez, L. (2010). La influencia de la eficacia del portero en el rendimiento de los equipos de balonmano. *Apunts*, 99, 72-81.
- Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., & Seiler, S. (2011). Effect of core stability training on throwing velocity in female handball players. *J Strength Cond Res*, 25(3), 712-718. doi:10.1519/JSC.0b013e3181cc227e
- Sannicandro, I., Piccinino, A., Cofano, G., Eirale, C., & Biscotti, G. (2014). Effects of plyometric training on phases of jumping in young fencers. *Med Sport*, 67(1), 27-45.
- Schoenfeld, B. J., Contreras, B., Tiryaki-Sonmez, G., Willardson, J. M., & Fontana, F. (2014). An electromyographic comparison of a modified version of the plank with a long lever and posterior tilt versus the traditional plank exercise. *Sports Biomech*, 13(3), 296-306. doi:10.1080/14763141.2014.942355
- Snarr, R. L., & Esco, M. R. (2014). Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. *J Strength Cond Res*, 28(11), 3298-3305. doi:10.1519/JSC.0000000000000521
- Stanton, R., Reaburn, P. R., & Humphries, B. (2004). The effect of short-term Swiss ball training on core stability and running economy. *J Strength Cond Res*, 18(3), 522-528. doi:10.1519/1533-4287(2004)18522:TEOSSB2.0.CO;2
- Tse, M. A., McManus, A. M., & Masters, R. S. (2005). Development and validation of a core endurance intervention program: implications for performance in college-age rowers. *J Strength Cond Res*, 19(3), 547-552. doi:10.1519/15424.1
- Vizcay, C. (2010). El portero de balonmano. Elementos fundamentales para su preparación. *Efdeportes*, 145.

## Referencia del artículo:



Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., Moldón, J. Crespo-Coco, C., Olcina, G., Timón, R. (2019). Efectos del entrenamiento del complejo lumbar-coxo-pélvico sobre la potencia muscular en porteros de balonmano. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 15 (1), 1-8. <http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/index>